



## 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교육학 석사 학위 논문

2009 개정 과학과 교육과정에 따른  
중학교 과학1과 고등학교 생명과학 I 교과서의  
과학 탐구과정 안내 내용 분석:  
탐구 문제와 가설을 중심으로

Content Analysis of Scientific Inquiry Process in Textbooks  
of Middle School Science 1 and High School Life Science I:  
Focused on Inquiry Question and Hypothesis

2018년 2월

서울대학교 대학원

과학교육과 생물전공

우 지 선

2009 개정 과학과 교육과정에 따른  
중학교 과학1과 고등학교 생명과학 I 교과서의  
과학 탐구과정 안내 내용 분석:  
탐구 문제와 가설을 중심으로

Content Analysis of Scientific Inquiry Process in Textbooks  
of Middle School Science 1 and High School Life Science I:  
Focused on Inquiry Question and Hypothesis

지도교수 김 영 수

이 논문을 교육학 석사 학위 논문으로 제출함  
2017년 12월

서울대학교 대학원  
과학교육과 생물전공  
우 지 선

우지선의 석사 학위 논문을 인준함  
2018년 1월

위 원 장 \_\_\_\_\_ (인)  
부위원장 \_\_\_\_\_ (인)  
위 원 \_\_\_\_\_ (인)

## 국문초록

본 연구의 목적은 교사나 학생들이 과학 탐구 과정을 정확하게 이해하지 못하고 가설을 가정, 예측, 결론과 혼동하는 현상의 원인을 찾는데 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서와 고등학교 생명과학 I 교과서에서 안내하고 있는 과학 탐구 과정의 절차, 탐구 문제 인식 및 가설 설정에 대한 내용이 과학의 본성 측면에 부합되어 서술되어 있는지를 분석하였다.

문헌조사를 바탕으로 분석틀을 개발하였으며, 각 분류 기준에 부합하는 내용을 안내하는 교과서의 빈도와 전체 교과서에서 차지하는 비율을 조사하였다. 그리고 과학 탐구 과정의 절차, 탐구 문제 인식 및 가설 설정에 대한 안내 내용을 정성적으로 분석하였다.

분석 대상으로는 과학 탐구 과정을 안내하는 단원이 포함된 교과서인 교육과학기술부 고시 제 2011-361호의 2009 개정 과학과 교육과정에 의한 중학교 1학년 과학 인정 교과서 전체 9종과 고등학교 생명과학 I 인정 교과서 전체 5종을 선정하였다. 과학 탐구 과정을 안내하는 단원에 대하여 분석하였으며, 탐구 문제는 가설-연역적 탐구에서 설정되는 문제를 대상으로 하였다.

분석 결과 모든 중학교 1학년 과학 교과서와 고등학교 생명과학 I 교과서는 탐구 문제 인식을 단순한 호기심이나 의문을 그대로 진술하는 과정으로 설명하고 있기 때문에 설정된 탐구 문제는 일반화되어 있지 않았다. 따라서 그 다음 가설 설정 단계에서의 가설은 특수한 의문에 대한 답으로 안내하고 있으며 일반화된 가설로서 진술되지 못하고 있다.

이러한 가설은 학생에게 실험 설계를 위한 예측과 같은 것으로

생각하게 할 수 있으며, 가설 검증은 여러 예측 사항에 대하여 반복적으로 이루어져야 하는데 일반화되지 못한 가설의 검증은 한번의 실험으로 진행될 수밖에 없어서, 가설 검증은 한 번의 실험만으로 이루어진다는 오개념을 형성하는 원인이 될 수 있다고 할 수 있다.

이 연구의 결과를 토대로 다음과 같이 제언한다. 첫째, 과학 탐구 과정에는 여러 종류의 탐구 방법이 있음을 안내하고 이들을 구별하여 설명하여야 한다. 또한 과학 탐구 과정의 단계명을 정확하게 제시하여야 한다. 둘째, 탐구 문제는 호기심이나 의문을 일반화하고 과학적인 탐구 문제로 진술하는 과정을 거쳐 진술하도록 안내해야 한다. 셋째, 가설의 특징과 가설이 갖추어야 하는 조건을 설명하고 무엇보다 가설은 예측과 다르게 일반화된 형태로 설정되어야함을 안내하여야 한다.

**주요어 :** 과학 탐구 과정, 가설-연역적 탐구, 탐구 문제, 가설, 예측, 일반화

**학 번 :** 2016-21595

# 목 차

국문초록 .....	i
목 차 .....	iii
표 목 차 .....	v
그림목차 .....	v
I. 서론 .....	1
1. 연구의 필요성 및 목적 .....	1
2. 연구 내용 .....	4
II. 이론적 배경 .....	5
1. 과학 탐구 과정 .....	5
1) 과학 탐구 과정의 특징 .....	5
2) 가설-연역적 탐구 .....	7
2. 탐구 문제 .....	11
1) 탐구 문제의 특성 .....	11
2) 가설-연역적 탐구 과정에서의 탐구 문제 인식 .....	13
3. 가설 .....	16
1) 가설의 정의 .....	16
2) 과학적 가설의 조건 .....	17
III. 연구 방법 .....	22
1. 분석 교과서 .....	22
2. 분석 방법 .....	24

IV. 연구 결과 및 논의 .....	26
1. 과학 탐구 과정 절차 안내 .....	26
2. 탐구 문제 인식 안내 .....	32
3. 가설 설정 안내 .....	35
V. 결론 및 제언 .....	40
VI. 후속 연구 과제 .....	42
참고문헌 .....	43
Abstract .....	50

## 표 목 차

<표 II-1> 학생 질문 평가 척도 .....	14
<표 II-2> 검증 가능한 가설 형성 과정에서의 반응 유형 ...	18
<표 II-3> 수용 가능한 과학적 가설의 조건 .....	18
<표 II-4> 과학적 가설을 평가하기 위한 준거 .....	19
<표 II-5> 가설 평가 시 고려할 사항 .....	19
<표 II-6> 과학적 가설 설정 능력 평가 범주 .....	20
<표 III-1> 분석에 사용한 중학교 1학년 과학 교과서 목록 .....	23
<표 III-2> 분석에 사용한 고등학교 생명과학 I 교과서 목록 .....	23
<표 III-3> 개발한 탐구 문제와 가설 안내 내용 분석틀 .....	25
<표 IV-1> 탐구 문제 인식 안내 .....	32
<표 IV-2> 가설 설정 안내 .....	35

## 그 림 목 차

<그림 II-1> Lawson(1989)의 가설 연역적 순환 학습 모형 .....	8
<그림 II-2> Pearson(1937: 김영수, 2010c에서 재인용)의 탐구과정 모형 ...	9
<그림 II-3> 김영수(2010b)의 가설 검증형 실험 탐구 수업 모형 ...	10



# I. 서론

## 1. 연구의 필요성 및 목적

21세기 현대 사회는 온갖 정보들이 융합되고 창의적인 지적 재산권이 산업을 견인하는 지식정보화사회로, 인간의 개성과 창의성을 요구하며 이러한 시대적 변화에 부응하는 ‘창의적 인재’를 필요로 하고 있다.

이에 따라 과학과 교과 목표는 자연 현상과 사물에 대한 탐구를 통하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 배양하는 것으로 제시되어 왔다(교육과학기술부, 2011).

우리나라는 제 3차 교육과정부터 탐구 중심의 과학교육을 강조하기 시작하였는데, 2007 개정 과학과 교육 과정에서는 자유탐구를 신설하고 창의적 문제 해결력을 목표로 하였으며 지식 습득보다는 탐구 능력과 창의력 배양에 초점을 두었다. 또한 2009 개정 과학과 교육과정은 탐구 능력과 함께 창의성과 인성을 갖춘 ‘창의적 인재’ 양성에 중점을 두었으며, 앞으로 순차적으로 적용될 2015 개정 과학과 교육과정에서도 탐구 경험을 통하여 과학과 핵심 역량인 창의력을 포함한 과학적 사고력, 탐구 능력, 문제 해결력, 의사소통 능력 등을 함양하도록 하고 있다(교육과학기술부, 2015).

이러한 창의성은 과학적 문제 해결 절차를 통해 향상시킬 수 있으며(Barrow, 2010), 이때 과학적 문제의 창의적 해결 과정은 과학 탐구 과정을 의미한다(강순희, 2008). 즉 탐구는 과학 학습의 중심이며, 탐구 활동을 통해 학생들은 과학 지식과 추론 및 사고 능력을 결합하여 창의성과 함께 과학의 본성에 대한 이해도 증진시킬 수 있다(Barrow, 2010; National Research Council[NRC], 1996). 과학이 갖는 학문적 특징으로

인해 과학 탐구 과정은 특유한 성질을 가지므로(American Association for the Advancement of Science[AAAS], 1990), Schwab(1962)은 탐구를 통하여 학생들을 가르침으로써 학생들에게 과학자들이 하는 것과 같은 활동을 할 수 있는 기회를 제공할 수 있다고 하였다. 즉 과학 교사는 학생들에게 탐구의 과정과 방법을 가르쳐야 한다는 것이다.

현 교육과정에서 과학 탐구 과정으로 안내되는 대표적인 탐구 활동은 가설 검증형 실험으로, 과학 탐구에서 핵심이 되는 활동이라 할 수 있다. 가설 검증형 실험은 탐구 과정 기능에 포함되는 문제 도출, 가설 설정, 실험 설계, 자료 수집과 변환, 결론 도출, 평가 등의 탐구 과정 요소가 잘 다루어질 수 있는 탐구 활동이다(김유향, 김영수, 2015).

가설을 설정하는 것은 과학 탐구 과정상의 핵심적인 요소로서, 특히 가설 검증형 실험에서의 가설 설정 단계는 귀추라는 사고 과정을 통해 인간의 창의성이 요구되는 과정이라고 할 수 있다(Lawson, 2002; Thagard, 1996). 가설을 설정하는 과정은 기존에 가지고 있던 지식과 관련 경험으로 탐구 문제에 대한 답을 구성하는 창의적인 과정이므로, 현 과학과 교육과정에서 강조하는 창의적 인재 양성 측면에서 중요하게 다루어져야 할 능력인 것이다(교육과학기술부, 2011; 교육과학기술부, 2015; 김유향, 김영수, 2015; Thagard, 1996). 이러한 가설 설정의 중요성에도 불구하고, 많은 선행 연구들은 학생들이 가설을 올바르게 설정하는 능력이 부족하다는 것을 보여주고 있다(Germann, Odom, Aram, & Burke, 1996; Peter, 1992; Shick & Vaughn, 2002; 엄경화, 김영수, 2012; 엄혜민, 2012).

중학생과 고등학생의 가설에 대한 인식과 가설 설정 능력을 알아본 연구에서 학생들은 탐구문제와 관련된 변인 간의 관계를 올바르게 나타내고 과학적으로 검증이 가능하도록 가설을 제대로 설정하지 못한다는 결과를 얻었으며 많은 학생들은 가설과 예측을 구별하지 못하였다(엄혜민, 2012; 엄경화, 김영수, 2012).

실제로 교사와 학생은 예측을 의미할 때 가설이라는 용어를 일상적으로

사용하며(McPherson, 2001), Wenham(1993)의 예측적 가설이나 Germann et al.(1996)의 실험 가설은 예측과 많이 혼동되어 사용된다(엄경화, 김영수, 2012). 또한 Griffiths와 Thompson(1993)에 따르면 45%의 학생들이 가설을 실험결과의 추측으로 정의하였다.

이렇듯 교사나 학생들이 과학 탐구 과정을 정확하게 이해하지 못하고 특히 가설과 예측을 혼동하는 현상의 원인을 찾기 위하여 중학교와 고등학교 과학 교과에서 실험 탐구 과정을 포함하는 과학 탐구 과정의 절차와 이러한 탐구 과정에 해당하는 탐구 문제 인식 및 가설 설정을 어떻게 안내하고 있는지 살펴보고자 하였다. 이를 위해 과학 탐구 과정을 안내하는 단원이 포함된 교과서인 2009 개정 과학과 교육과정에 의한 중학교 1학년 과학 교과서와 고등학교 생명과학 I 교과서에서 제시하고 있는 과학 탐구 과정의 절차, 탐구 문제 인식 및 가설 설정에 대한 내용이 과학의 본성 측면에 부합되어 안내되어 있는지 분석하였다.

앞으로 적용될 2015 개정 과학과 교육과정의 경우 교과서가 현장에 순차적으로 도입될 예정이며 공통 교육과정과 선택 중심 교육과정 모두 내용 체계에서 문제 인식과 탐구 설계 및 수행 기능을 명시하였고, 특히 생명과학 I의 성취기준으로는 다양한 과학 탐구 방법에 대한 비교를 강조하고 있다.

따라서 본 연구는 교사와 학생들의 올바른 과학 탐구 과정 이해를 높이기 위한 방안을 마련하는 데 필요한 자료 제공에 도움이 되고자 한다. 과학 탐구 과정 학습에서 탐구 문제 인식 단계의 중요성을 시사하고 이를 위한 교수-학습 방법이나 수업모형 개발 등에 필요한 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 연구 내용

- 1) 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학, 고등학교 생명과학 I 교과서에서의 과학 탐구 과정의 절차에 대한 안내 내용 분석
- 2) 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학, 고등학교 생명과학 I 교과서에서의 탐구 문제 및 가설에 대한 안내 내용 분석

## Ⅱ. 이론적 배경

### 1. 과학 탐구 과정

#### 1) 과학 탐구 과정의 특징

현대의 과학철학인 구성주의는 미국의 국가 과학교육기준(National Science Education Standards)의 내용이 선정·조직되는 바탕이 되며(NRC, 1996), 구성주의에 따라 개발된 과학 교육학 교재(Fensham, Gunstone, & White, 1994), 교수-학습 지도서(Brooks & Brooks, 1999), 생물 교재(Biological Sciences Curriculum Study[BSCS], 2016) 등이 현재 활용되고 있다(조희형, 최경희, 2002).

BSCS는 1980년대 후반부터 구성주의에 바탕을 둔 5E(engagement, exploration, explanation, elaboration, evaluation) 순환학습 모형(Bybee, 1997)을 기준으로 하여 교수-학습 프로그램, 단원 및 수업의 순서와 구성을 개발해왔다.

BSCS의 <Biology: A human approach>는 고등학교 생물 교과서로 탐구를 중심으로 하면서 메타인지 전략, 협동 학습 기회, 개념적인 줄거리와 같은 구성주의적 특징을 지니고 있다.

이러한 구성주의에 따르면 과학 탐구는 논리적 추리, 절대적 증거에 바탕을 두는 것이 아니라, 사회 속에서 전문적인 초점을 가지고 수행되는 창의적이고 사회적인 과정이다(Chiappetta & Koballa, 2010; 조희형, 최경희, 2002). 그리고 과학 탐구의 목적은 유용한 과학 지식을 구성하여 자연 현상을 이해하고 설명하며 정확한 예측을 하고 이러한 지식을 사회의 요구에 적용함에 있다(Chiappetta & Koballa, 2010). 이러한 과학 지

식은 문화화과 자기-재조직의 과정으로 구성된다고 할 수 있으므로 (Fosnot, 2005), 모든 과학 지식은 자연에서 발견되는 것이 아니라 인간에 의해 구성된 것으로, 절대적 진리가 아니며 잠정적·가설적 특성을 지녔다고 할 수 있다(Gale, 1995; 조희형, 최경희, 2002)

Brooks와 Brooks(1999)는 구성주의 교육학과 교실 속의 사회적, 인지적 요구를 반영한 좋은 과학적 문제 해결 과정의 기준을 제시하였으며, 교사가 “좋은 탐구 문제”로 탐구 과정을 시작하는 것이 학생들로 하여금 탐구 주제와의 관련성을 찾고 이를 해결하려고 하는 욕구를 불러일으키도록 하는데 있어 무엇보다 중요하다고 하였다. 그들은 Greenberg(1990)의 좋은 과학적 문제 해결 과정에 대한 네 가지 기준에 한 가지를 더 추가하여 다섯 가지 기준을 제시하였다. 좋은 과학적 문제 해결 과정은 학생들이 검증할 수 있는 예측을 하도록 요구하며 상대적으로 쉬운 장비를 사용한 탐구여야 한다. 그리고 여러 가지 문제 해결방안을 도출할 만큼 복잡하여야 하고 모둠 활동을 통해 이익을 얻을 수 있어야 한다. 이러한 기준은 모든 연령의 학습자에게 적용될 수 있다.

마지막으로 Brooks와 Brooks(1999)가 추가한 가장 중요한 기준은 무엇보다도 학습자에게 관련성이 있는 “좋은 탐구 문제”가 제시되어야 한다는 것이다. 이를 위해 교사는 학생으로 하여금 탐구 문제를 가치 있게 인식하도록 중재하는 핵심적인 역할을 맡아야 한다고 하였다. 그들에 따르면 구성주의적 관점에 기초한 과학 탐구 과정 교수에서 중요한 것은 학생들에게 그들만의 지적 자원으로 인식된 문제를 스스로 설명할 시간을 충분히 주어 이를 해결할 필요성을 느끼도록 하는 것이다.

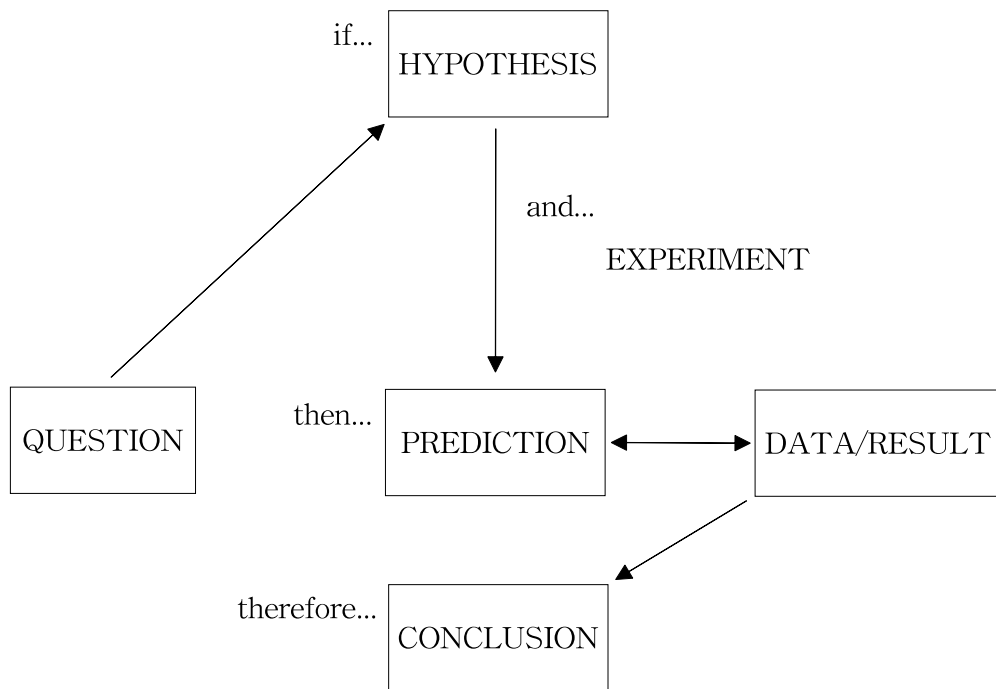
## 2) 가설-연역적 탐구

과학 탐구 방법론과 관련하여 사실상 모든 현대 문헌들은 가설-연역적 탐구 방법으로 설명하고 있다(Kerr, 1998). 과학 탐구 과정의 하나인 가설-연역적 탐구 방법은 과학 교육에서 실험 탐구 수업의 방법으로 많이 활용되며 과학 탐구 과정에서 기초가 되는 방법이다.

가설-연역적 탐구 방법에 따르면 학생들은 여러 현상과 상황을 분석하여 탐구 문제를 인식한 후 귀추에 의하여 이 문제에 대한 가설을 생성한다. 그리고 연역적 사고를 통해 가설의 검증(실험) 방법을 고안하며 예측을 도출한다. 하나의 가설은 여러 가지 예측을 도출할 수 있으며, 반복 실험을 통해 검증된다(권용주, 정진수, 박윤복, 강민정, 2003b; 박종원, 2004; Fisher, 2001; Lawson & Renner, 1989; Lawson, 2002; McPherson, 2001).

Lawson(1989)은 세 가지 유형의 순환 학습(learning cycles)을 제안하였다. 세 가지 유형의 순환 학습을 구분하는 주된 기준은 학생들이 자연 현상을 기술하거나, 자연 현상을 설명하기 위해 대안적 가설을 생성하고 검증하는데 관여하는 정도이다. 그는 학생들이 탐구 문제와 관련된 새로운 현상에 대하여 패턴을 발견하고 기술하는데 그치면 서술적 순환 학습, 가설을 생성하지만 명시적으로 검증하지 않으면 경험-귀추적 순환 학습이라 하였으며, 학생들이 생성한 대안적 가설을 실험을 통해 명시적으로 검증하는 과정까지를 가설-연역적 순환 학습이라고 보았다.

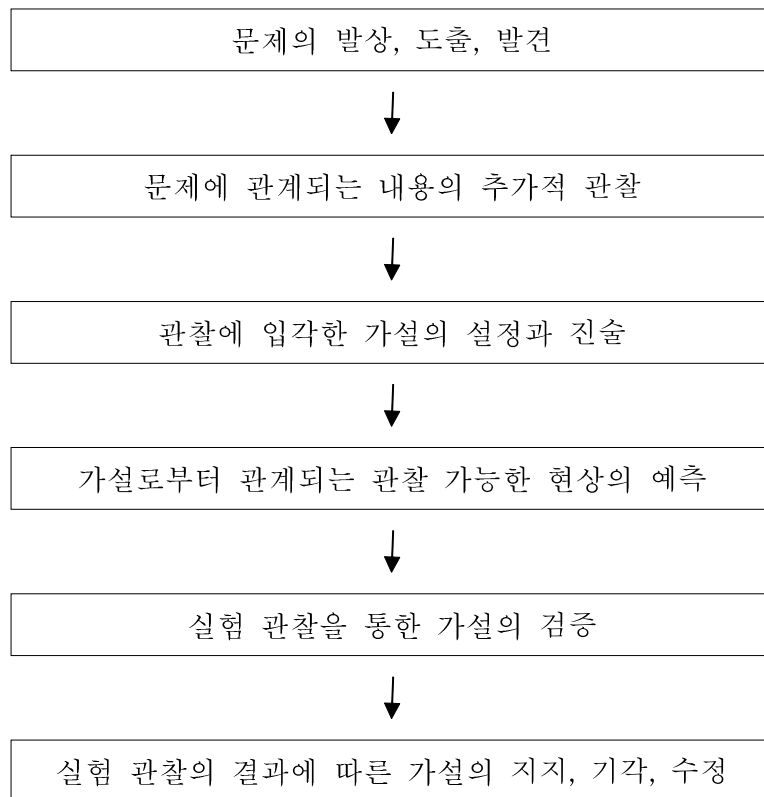
그리고 이에 대하여 가설 연역적 순환 학습 모형을 제시하였는데, 그 과정을 <그림Ⅱ-1>과 같이 나타내었다.



<그림 II -1> Lawson(1989)의 가설-연역적 순환 학습 모형

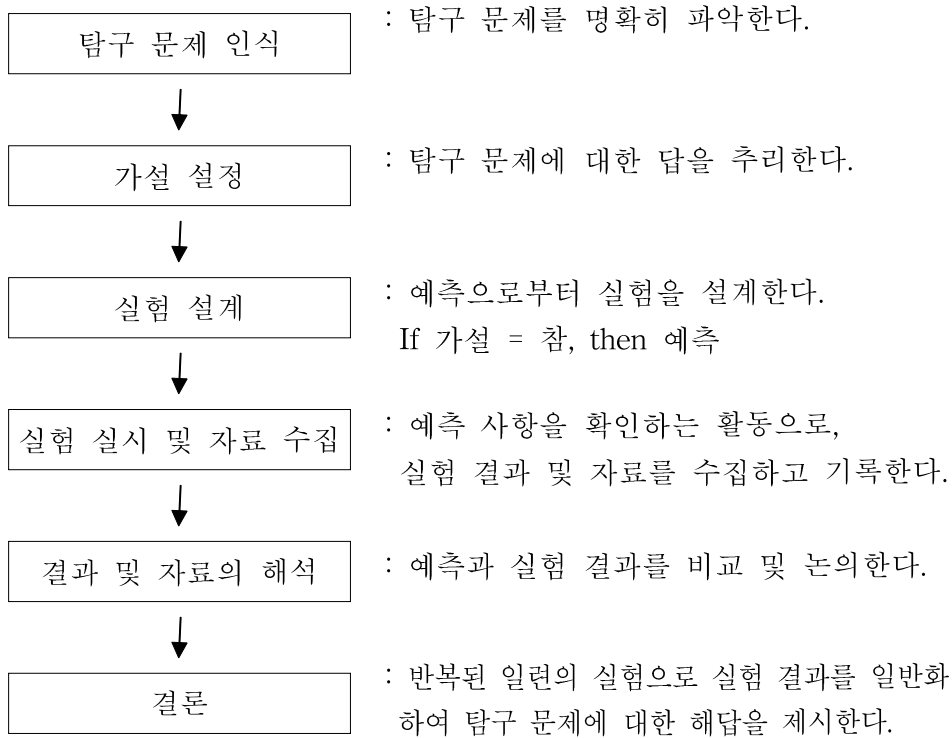


Pearson(1937: 김영수, 2010b에서 재인용)에 따르면 가설-연역적 탐구는 문제의 발상, 도출, 발견에서 시작하여 실험 관찰의 결과에 따른 가설의 지지, 기각 수정에 이르는 과정이며 그 모형은 <그림Ⅱ-2>와 같다.



<그림Ⅱ-2> Pearson(1937: 김영수, 2010b에서 재인용)의 탐구과정 모형

한편, 김영수(2010b)는 가설-연역적 탐구인 가설 검증형 실험 탐구 수업 모형을 제시하였으며 <그림 II-3>과 같다.



<그림 II-3> 김영수(2010b)의 가설 검증형 실험 탐구 수업 모형

본 연구에서 다루는 과학적 탐구는 가설-연역적 탐구인 김영수(2010b)의 가설 검증형 탐구로 한정하였다.

## 2. 탐구 문제

### 1) 탐구 문제의 특성

모든 연구의 시작은 좋은 질문을 인식하거나 조사할 문제나 현상을 적절하게 찾아내는 과정을 포함한다(Wiersma & Jurs, 2009). 과학적 탐구 활동 또한 문제나 질문의 제시로 시작되기 때문에(NRC, 1996), 탐구의 가치가 있는 새로운 문제를 발견하고 제안하는 활동은 여러 측면에서 의미 있는 활동으로 강조되어 왔다(박종원, 2005). 자연 현상에서 발생하는 의문은 대부분의 과학적 탐구의 방향과 가치에 큰 영향을 주며(권용주, 정진수, 강민정, 김영신, 2003a; 권용주 등 2003b),

Costa, Calderia, Gallastegui, 그리고 Otero(2000)에 따르면, 학생들은 다양한 수준의 질문을 한다. 낮은 수준의 질문은 잘 알려지지 않은 단어에 의해 생성된다. 예를 들면, “광호흡이란 무엇이지?”와 같은 질문이 이에 속한다. 다른 질문은 선행 지식이 새로운 정보와 불일치했을 때 생성된다. 예를 들어, “식물은 주로 낮에 기공을 열어 광합성에 필요한 이산화탄소를 고정하는데 CAM 식물은 왜 주로 밤 동안 기공을 열지?”와 같은 질문이 해당된다. 높은 수준의 질문은 학생들이 선행 지식과 새로운 정보에서 추출한 추론 사이에서 불일치를 발견했을 때 생성된다. 예를 들어, “CAM식물에서 PEP 카르복실레이스와 루비스코가 모두 세포 내에 존재함에도 불구하고 낮 동안 루비스코가 이산화탄소 고정을 할 수 있는 이유는 무엇이지?”와 같은 질문이 있다.

이지영(2011)에 따르면 이와 같이 학생들은 이해하기 위해 문제를 제안하거나(Costa et al., 2000), 탐구를 위해 문제를 제안한다(Brugman, 1995; 이지영, 2011에서 재인용). 이지영(2011)에 의하면 전자의 경우 혼

히 일반적인 질문(question)과 같은 것으로 보는 경우가 많다. 예를 들면, Costa et al.(2000)이 제시한 낮은 수준의 질문들이 이에 속한다. 반면 후자의 경우는 탐구나 조사할 만한 가치가 있다고 생각되는 탐구 문제를 제안한다. 예를 들어, “서로 다른 파장의 빛의 주어진다면 광합성량은 어떻게 달라질까?”와 같은 것이 해당된다. 탐구 문제는 과학 내용에 대한 이해를 도울 뿐만 아니라 과학 탐구에 대하여 통찰할 수 있게 해준다.

본 연구에서는 일반적인 이해를 위한 낮은 수준의 질문이 아닌 탐구 수행을 위한 탐구 문제에 초점을 두고 분석하였다.

Krajcik et al.(1998)은 학생들의 탐구 문제를 기술적인 질문(descriptive question)과 관계적인 질문(relational question)으로 구분하였다. 기술적인 질문은 관찰이나 조사 활동에서 많이 나타나는 형태로, 학생들이 변인에 대한 조작 없이 시스템적 관찰과 비교를 통해 현상을 연구하여 질문에 대한 답을 구할 수 있는 질문이다. 관계적인 질문은 실험 활동에서 많이 나타나는 형태로, 학생들이 현상의 특징들 사이의 연관성을 탐색하고 하나 또는 그 이상의 변인을 비교하고 대조하기 위한 실험적 절차를 고안해야 하는 질문이다. 예를 들어, 기술적인 질문에는 “벚꽃의 생김새는 어떠한가?”와 같은 질문이 속하고, 관계적인 질문에는 “벚꽃의 개화 시기에 온도가 미치는 영향은 무엇인가?”와 같은 질문이 있다.

이렇듯 관찰이나 조사가 아닌 실험 활동을 바탕으로 한 실험 탐구는 관찰이나 조사 활동에서 다루는 문제와 탐구 문제의 속성이 다르므로 혼동에 주의할 필요가 있다.

본 연구에서 다루는 탐구 문제는 가설-연역적 탐구에서 설정되는 문제로, 관찰이나 조사 활동이 아닌 실험 활동에 한정하여 Krajcik et al.(1998)의 관계적인 질문(relational question)을 그 대상으로 한다.

## 2) 가설-연역적 탐구 과정에서의 탐구 문제 인식

탐구 문제 인식에 대하여 조직화한 연구가 거의 없기 때문에 이는 어려운 단계가 될 수 있다. 탐구 문제 인식은 단순히 관심 분야에 대한 즉각적인 질문을 제공하는 것 이상을 포함한다(Wiersma & Jurs, 2009).

박종원(2005)은 선행 연구들(e.g. Kay, 1994; Runco & Nemiro, 1994)을 바탕으로 탐구 문제 인식 과정에 포함된 인지 활동들을 다음과 같이 요약하였다.

- 상황에 대한 목표와 기능 인식하기
- 상황을 추상화시키기
- 사실을 수집하고 정리 분석하기
- 사실과 정보들을 상호 조합하고 연결 짓기
- 옳고 유용한 정보를 추출하고, 부족하고 빠진 정보 인식하기
- 사실과 정보를 배경지식과 비교하기
- 사실과 정보가 배경지식이나 예상과 불일치하는 측면 인식하기
- 다른 관점에서 보기

이와 같이 탐구 문제를 인식하는 것은 단순한 문제 인식이 아니라 다양한 정보를 바탕으로 상황을 분석하는 과정이라 할 수 있다.

좋은 탐구 문제일수록 진술이 정확하여 연구에 혼동을 주지 않고 연구의 초점과 방향을 충분히 나타낸다(Wiersma & Jurs, 2009). 예를 들어 “식물은 고온에서 광합성을 잘하는가?”보다 “식물의 광합성량에 온도가 미치는 영향은 무엇인가?”가 더욱 좋은 탐구 문제라 할 수 있다.

Krajcik et al.(1998)은 좋은 과학적 탐구 문제는 가치성(worthwhileness)과 가능성(feasibility)을 가진다고 하였다. 가치성이란 과학적이어야 함을 의미하고, 가능성이란 탐구를 구성하고 수행할 수 있어야 함을 의미한다.

김영수, 이화국 그리고 박승재(1989)은 과학 탐구 능력 중 탐구문제 인식 능력을 문제 발상에 해당하는 세 가지 하위 요소로 세분화하였다. 탐구 문제 인식은 문제 발상과 같으며 이는 문제 구성하기, 문제를 과학적으로 조사가 가능하게 진술하기, 문제의 과학적 조사 가능성 판단하기의 하위 요소로 구성된다. 이를 통해 과학적 탐구 문제 인식은 단순한 과정이 아니라 다음 과학 탐구 과정 단계를 진행할 수 있도록 구체화되어야 하는 중요한 단계임을 알 수 있다.

Cuccio-Schirripa와 Steiner(2000)는 학생들의 탐구 문제 분석을 위한 수준별 학생 질문 평가 척도를 개발하였으며(표Ⅱ-1), 그 중에서도 3수준이나 4수준과 같은 수준의 질문을 ‘연구 질문’이라고 정하였다. ‘연구 질문’은 실험 탐구를 통해 답을 얻을 수 있는 질문을 의미한다.

<표Ⅱ-1>학생 질문 평가 척도(Cuccio-Schirripa & Steiner, 2000)

수준	내용(질문에 대한 학생들의 답)
1	한 단어 또는 기억하고 있는 내용에 대한 단순한 진술로 답해야 하는 질문
2	설명/기술/분류/비교 등으로 설명해야 하는 질문
3	실험 : 일부 변수가 구체적이지 않거나 측정 또는 조작이 어려운 질문
4	실험 : 변인이 구체적이며 측정 또는 조작이 가능한 질문

예를 들어, 수준 1에는 “세포란 무엇이지?”와 같은 질문이, 수준 2에는 “C4식물이 C3식물과 다른 점은 무엇이지?”와 같은 질문이 해당되며, 수준 3에는 “흙이 식물의 생장에 미치는 영향은 무엇이지?”와 같은 질문, 수준 4에는 “빛의 세기가 광합성량에 미치는 영향은 무엇이지?”와 같은 질문이 있다.

종합하면 탐구 문제는 단순한 호기심이나 의문으로 진술되는 것이 아니다. 탐구 문제는 탐구의 방향이나 방법, 내용을 제시할 수 있어야 한다. 선행 연구에서 가설-연역적 탐구 방법에 따르면 여러 현상을 분석하여 탐구 문제를 인식한 후 귀추에 의하여 가설을 생성한다. 그리고 연역적 사고를 통해 가설 검증 방법과 여러 가지 예측을 도출하며 반복 실험을 통해 가설을 확인한다. 따라서 실험 탐구 과정에서 탐구 문제와 가설은 일반화되어야 한다. 이를 위해 탐구 문제 인식 단계는 자신이 가지고 있는 배경지식과 새롭게 수집한 정보에 기반하여 호기심이나 의문을 넓은 범위로 일반화하는 과정과 탐구의 방법을 포함하는 과학적인 탐구 문제로 진술하는 과정을 포함하여야 한다. 그러나 대부분의 학생들은 탐구 문제 구성에서 사전 조사나 해결 방법에 대해 고려하지 않고 탐구 주제를 포괄적으로 기술하는데 그치는 경우가 많았다(이지영, 2011).

### 3. 가설

#### 1) 가설의 정의

Quinn과 George(1975)는 가설을 주어진 문제 상황에서 변인들 간의 경험적 관련성에 대한 검증 가능한 설명이라고 정의하였다.

Susan(1980)에 따르면 가설은 연구 질문에 대한 답을 제안하고 검증이 가능하다. 그리고 둘 이상의 측정 가능한 변인들을 포함하고 그들의 관계에 대하여 진술한 것이며, 사전 지식과 정보의 양에 따라 다양한 방법으로 진술될 수 있다.

White(2004)에 따르면 가설은 현상에 대한 검증 가능한 설명이나 기계론적 설명이다.

과학 활동과 과학 학습에서 널리 사용되는 과학적 가설에 대한 정의 중 하나는 ‘어떤 현상의 원인을 인과적으로 설명하기 위해 제안된 임시적인 해’라는 것이다(박종원, 2000).

본 연구에서 사용하는 과학적 가설에 대한 정의는 다음과 같다.

과학적 가설이란 탐구 문제에 대한 최선의 잠정적인 답으로서, 타당한 근거에 기반을 둔 일반화된 진술이다(김영수, 2010a; McPherson, 2001; Popper, 2002; Susan, 1980).



## 2) 과학적 가설의 조건

과학적 가설의 생성에는 귀추법(abduction)이라는 사고 과정이 사용된다(Fisher, 2001; Hanson, 1961; Lawson, 2002; 권용주 등 2003a; 정용재, 송진웅, 2006; 정진수, 원희정, 권용주, 2005). Hanson(1961)은 과학적 발견의 패턴에서 관찰한 사실로부터 생성되는 정보를 귀추를 통해 파악한다고 하였다.

Lawson(2002)에 의하면 귀추란 어떤 한 상황에서 성공적이었던 기존의 설명을 새로운 상황에 적용하여 임시적인 가설을 생성하는 정신적 과정이다. 그는 문제를 인식하고 가설을 생성하는 과정에서 귀추법이 사용된다고 하였다.

이러한 귀추법에 의해 얻어진 임시적인 가설을 규명하기 위한 방법이 앞서 과학 탐구 과정에서 설명한 가설-연역적 탐구 방법이다. 가설을 검증하기 위해서는 연역적 논리를 사용하여 예측을 도출하여야 하는데 가설과 달리 예측은 평가될 필요가 없다(권용주, 정진수, 박윤복, 강민정, 2003b; 박종원, 2004; Fisher, 2001; Lawson & Renner, 1989; Lawson, 2002; McPherson, 2001).

과학 탐구 과정이 가지는 특성과 가설 생성 과정의 특징에 따라 가설의 평가와 관련된 여러 가지 선행 연구들이 존재한다.

Peter(1992)는 학생들이 생성한 가설을 변인의 진술 여부와 변인간의 연관성을 기준으로 <표Ⅱ-2>와 같이 구분하였다.

<표Ⅱ-2> 검증 가능한 가설 형성 과정에서의 반응 유형(Peter, 1992)

반응 유형
독립 변인만을 언급함
종속 변인만을 언급함
관련된 통제변인을 언급함
다른 관련되지 않은 변인을 언급함
독립 변인과 종속 변인을 모두 언급하고 그들 사이의 인과적인 관계를 바르게 진술함
독립 변인과 종속 변인을 모두 언급하되 그들 사이의 어떠한 관계도 진술하지 않음
전혀 다른 연구문제에 대해서 언급함

Quinn과 George(1975)는 수용 가능한 과학적 가설의 조건과 학생들이 제시한 가설이 좋은 과학적 가설인지 아닌지를 평가하기 위한 준거를 <표Ⅱ-3>, <표Ⅱ-4>와 같이 제시하였다.

<표Ⅱ-3> 수용 가능한 과학적 가설의 조건(Quinn & George, 1975)

조사 내용
의미를 포함하고 있는가?
경험에 기초하고 있는가?
적절한 근거가 있는가?
정확한가?
검증을 할 수 있는가?

<표Ⅱ-4> 과학적 가설을 평가하기 위한 준거(Quinn & George, 1975)

반응유형	배점
설명을 포함하고 있지 않다.	0점
비과학적인 설명을 제시하고 있다.	1점
부분적으로 과학적 설명이 포함되어 있다.	2점
최소한 두 가지 변인들과 관련된 과학적 설명이 일반적이거나 구체적이지 않은 용어로 제시되어 있다.	3점
변인에 대한 과학적 설명이 정성적 또는 정량적으로 자세하게 제시되어 있다.	4점
명확하게 검증가능하다.	5점

Schick와 Vaughn(2002)은 가설을 평가할 때 고려할 사항을 <표Ⅱ-5>와 같이 제시하였다.

<표Ⅱ-5> 가설 평가 시 고려할 사항(Schick & Vaughn, 2002)

조사 내용
검증가능한가?
미래의 추가적 현상에 대해 설명할 수 있는가? (유용성)
여러 가지 경우의 현상에 대해 적용가능한가? (적용 범위)
현상에 대해 설명하는 가장 단순한 설명인가?
기존의 알려진 지식에 잘 부합되는가? (보수성)

Schick와 Vaughn(2002)이 제시한 가설 평가 시 고려할 사항에서 적용 범위에 대한 내용은 가설을 설정하는 데 있어 여러 가지 경우의 현상에 대해 적용이 가능한 일반화된 가설을 설정해야함을 의미한다.

김영수(2015)은 과학적 가설 설정 능력 평가 범주를 <표Ⅱ-6>과 같이 제시하였다.

<표Ⅱ-6> 과학적 가설 설정 능력 평가 범주(김영수, 2015)

평가 범주	세부 내용
탐구 문제에 대한 답으로서의 가설을 진술하였는가?	탐구 문제에 대한 답으로서의 가설을 제시
	다른 탐구 문제에 대한 답으로서의 가설을 제시
	현상이나 탐구 문제의 재진술
	다른 현상이나 탐구 문제의 제시
독립변인과 종속변인의 인과적 관계를 바르게 나타내었는가?	‘모른다’고 응답
	하나의 독립변인과 하나의 종속변인의 인과적 관계
	다수의 독립변인과 하나의 종속변인의 인과적 관계
	하나의 독립변인만 포함
진술한 가설이 검증 가능한가?	다수의 독립변인만 포함
	검증 가능
타당한 근거에 기반하여 가설을 설정하였는가?	검증 불가능
	타당한 근거의 제시
	타당하지 않은 근거의 제시
	가설에 대한 부연설명
	가설의 재진술
일반화된 진술인가?	근거를 제시하지 않음

종합하면 과학적 가설은 탐구 문제에 대한 답으로서 경험에 기초하여 타당한 근거에 기반을 두고 설정되어야 하며, 독립변인과 종속변인의 인과관계를 나타내어야 한다. 또한 과학적으로 검증 가능하여야 하는데, 앞서 설명한 가설-연역적 탐구 방법에 따르면 하나의 가설은 많은 예측을 도출하며 여러 가지 경우의 현상에 대해 적용이 가능해야 하므로 무엇보다 가설은 일반화된 진술이어야 한다. 그리고 이러한 가설은 여러 번의 반복 실험을 통하여 검증되는 특성을 가진다.

### Ⅲ. 연구 방법

#### 1. 분석 교과서

본 연구는 중학교와 고등학교 과학 교과에서 실험 탐구 과정을 포함하는 과학 탐구 과정의 절차, 탐구 문제 및 가설 설정을 어떻게 안내하고 있는지 조사하기 위하여 과학 탐구 과정을 안내하는 단원이 포함된 교과서를 분석 자료로 선정하였다. 이에 해당되는 교과서는 2009 개정 과학과 교육과정에 의한 중학교 1학년 과학 인정 교과서 9종과 고등학교 생명과학 I 인정 교과서 전체 5종이며 과학 탐구 과정을 안내하는 단원에 대하여 분석하였다.

본 연구에서 분석에 사용된 교과서는 <표Ⅲ-1>, <표Ⅲ-2>와 같으며, 이들에 각각 알파벳 A~N의 기호를 붙여 지칭하였다.

<표Ⅲ-1> 분석에 사용한 중학교 1학년 과학 교과서 목록

교과서명	출판사	저자	발행 연도
중학교 과학 1	교학사	박희송 외 12명	2013
	금성	이문원 외 12명	2014
	두산동아	이진승 외 13명	2014
	미래엔	이규석 외 19명	2014
	비상	임태훈 외 10명	2013
	좋은책 신사고	현종오 외 16명	2014
	지학사	이상인 외 14명	2013
	천재(신)	신영준 외 11명	2013
	천재(이)	이면우 외 12명	2015

<표Ⅲ-2> 분석에 사용한 고등학교 생명과학 I 교과서 목록

교과서명	출판사	저자	발행 연도
고등학교 생명과학 I	교학사(권)	권혁빈 외 5명	2013
	교학사(박)	박희송 외 4명	2013
	비상교육	심규철 외 5명	2013
	상상아카데미	이길재 외 7명	2013
	천재교육	이준규 외 5명	2013

## 2. 분석 방법

과학 탐구 과정의 절차, 탐구 문제 인식 및 가설 설정에 대하여 과학철학을 포함한 문헌조사를 진행하였다. 문헌조사를 바탕으로 가설-연역적 탐구 과정에서의 올바른 탐구 문제와 가설의 기준을 설정하고 다양한 탐구 문제와 가설 내용을 평가할 수 있는 분석틀을 개발하였다.

본 연구에서는 개발한 탐구 문제와 가설 내용 분석틀의 각 분류 기준에 부합하는 내용을 안내하는 교과서의 빈도를 구하고, 전체 교과서에서 차지하는 비율을 분석하였다. 또한 과학 탐구 과정, 탐구 문제 인식, 가설 설정에 대하여 안내하고 있는 내용을 정성적으로 분석하였다. 이에 해당하는 내용으로는 과학 탐구 과정의 절차와 단계명, 탐구 문제 인식의 과정, 가설과 가정, 예측, 결론의 혼동을 유발하는 표현, 가설의 정의와 가설 설정의 과정이 있다.

과학 탐구 과정 절차에 대한 정성적 분석과 관련하여 구성주의를 바탕으로 하는 과학 탐구 과정의 특징 관련 연구(조희형, 최경희, 2002; Brooks & Brooks, 1999; Chiappetta & Koballa, 2010; Fosnot, 2005; Gale, 1995)와 가설-연역적 탐구에 대한 과학 철학적 연구(권용주 등 2003b; 박종원, 2004; Fisher, 2001; Lawson, 2002; McPherson, 2001)를 종합하여 분석하였다.

탐구 문제 안내 내용 분석틀과 관련하여 가설-연역적 탐구 방법에 대한 과학 철학적 연구와 박종원(2005), Krajcik et al.(1998), 김영수 등(1989), Cuccio-Schirripa와 Steiner(2000)의 연구를 종합하여 개발하였다.

가설 안내 내용 분석틀과 관련하여 김영수(2015)의 연구에서 제시하고 있는 평가 기준을 토대로 개발하였다. 기존의 염혜민(2012), 엄경화와 김영수(2012)에서 제시한 가설의 평가 기준에 일반화된 진술 여부가 추가되었는데, 이를 뒷받침하는 연구로는 Schick와 Vaughn(2002)의 연구와 권용주 등(2003b), 박종원(2004), Fisher(2001), Lawson(2002)의 가설-연



역적 탐구 방법에 대한 연구가 있다.

과학 탐구 과정의 요소인 탐구 문제 인식과 가설의 설정에 대하여 과학 철학을 포함한 문헌조사 결과 개발한 탐구 문제와 가설 내용 분석틀은 <표Ⅲ-3>과 같다.

<표Ⅲ-3> 개발한 탐구 문제와 가설 안내 내용 분석틀

탐구 과정	준거
탐구 문제 인식	1. 안내되지 않음
	2. 안내됨
	2-1. 호기심이나 의문을 그대로 진술
	2-2. 호기심이나 의문을 일반화하여 진술
가설 설정	2-3. 탐구 방법을 포함하는 과학적인 탐구 문제로 진술
	1. 안내되지 않음
	2. 안내됨
	2-1. 탐구 문제에 대한 답
	2-2. 타당한 근거에 기초
	2-3. 독립변인과 종속변인의 인과관계
	2-4. 과학적 검증 가능성
	2-5. 일반화된 진술

## IV. 연구 결과 및 논의

### 1. 과학 탐구 과정 절차 안내

중학교 1학년 과학 교과서의 경우 3종(33.3%; D, E, I)의 교과서가 과학 탐구 과정의 절차를 안내하지 않았으며, 이 중 I 교과서는 과학자가 가정을 하고 오랜 연구 끝에 백신이 개발되었다는 가설-연역적 탐구 방법에 적절하지 않은 예시만 간단하게 제시하고 있다.

나머지 6종(66.7%)의 교과서가 과학 탐구 과정을 안내하고 있으며, 이 가운데 A, F 교과서는 과학 탐구 과정의 단계를 설명하지 않고 산문 형식의 글을 예시로 제시함으로써 그 설명을 대신하고 있다. A 교과서는 탐구 문제 인식 단계가 없으며 가정이라는 용어를 사용한 예시를 제시하고 있다.

<중학교 1학년 과학 교과서에서 과학 탐구 과정 설명 대신 제시된 예시>

- 초파리는 과일 껍질에서 저절로 생겼을 것이라고 가정하고, 이 가정이 맞는지 알아보기 위해 실험을 하였다. ~ 만약 초파리가 저절로 생긴다면 두 개의 유리병에서 모두 초파리가 생겨날 것이다. ~ 처음 세운 가정은 맞지 않았다. 그래서 초파리는 과일 껍질의 알로부터 생겨났을 것이라는 새로운 가정을 세우고 실험하였다. 그 결과 과일 껍질에 초파리가 생기는 이유는 초파리가 외부에서 날아와 과일 껍질에 알을 낳았기 때문이라는 것을 알 수 있었다.
- 마당에서 싱싱했던 화분을 집 안에 들여놓았더니 꽃이 시들었다. 집 안에서도 꽃이 시들지 않게 하려면 어떻게 해야 할까? 집 안에서도 꽃을 싱싱하게 키우려면 햇빛이 잘 드는 곳에 화분을 두어야 할 것이다. 햇빛

이 잘 비치는 창가에 꽃이 핀 화분을 둔다. 이때 같은 종류의 화분을 햇빛이 잘 비치지 않는 곳에 두어 비교한다. 집안에서 햇빛이 잘 비치는 곳과 그렇지 않은 곳에서 자라는 식물의 크기, 자라는 정도, 잎의 색깔 등을 비교해 정리한다. 꽃이 성장할 때 햇빛이 꼭 필요하다.

중학교 1학년 과학 교과서는 생명과학 I 교과서와는 다르게 과학 탐구 과정을 정의하는 형태의 설명을 하고 있다. 과학 탐구 과정에 대하여 4종(44.4%; A, C, F, G)의 교과서는 문제를 해결하는 과정이라고 설명하고, 2종(22.2%; B, H)의 교과서는 의문에 대한 답을 찾는 과정이라고 설명하고 있다. 특히 C 교과서는 과학 탐구 과정이 아니라 과학 활동의 과정, 과학의 문제 해결 방법이라는 표현을 사용하였다. 이러한 표현들은 가설-연역적 탐구 방법을 포함한 관찰, 조사 등의 다양한 종류의 과학 탐구 과정을 포괄하는 설명이라 할 수 있다.

#### <중학교 1학년 과학 교과서에서 과학 탐구 과정 설명의 예>

- 과학 지식을 얻기까지의 방법과 절차로, 우리가 어떤 문제점을 해결하기 위해 원인을 찾거나 자료를 모으고 실험을 하는 등의 다양한 노력과 활동이 과학적 탐구에 해당한다.
- 일상생활을 하면서 가지는 의문이나 호기심은 과학적 탐구 과정을 통해 해결할 수 있다.
- 문제들을 해결하기 위해서는 체계적이고 합리적인 생각과 방법이 필요하다.
- 우리 주변에서 발생한 문제를 해결하는 과정을 탐구 과정이라고 한다.
- 자연 현상이나 자신이 알고 있는 과학 지식을 기초로 하여 탐구할 문제를 발견하고 이를 해결해 나가는 과정이다.
- 의문에 대한 답을 찾는 과학적 과정을 탐구라고 한다.

5종(55.6%; A, B, C, F, H)의 교과서가 가설-연역적 접근을 중심으로 하여 실험 탐구 과정을 과학 탐구 과정으로 안내하고 있으며 이 중 B, C, H 교과서만이 과학 탐구 과정의 각 단계명을 제시하면서 세부적으로 설명하고 있다. 그리고 이들 모두 문제 인식, 가설 설정이라는 단계명을 사용하고 있다. B 교과서는 ‘결론 도출(가설 검증)’의 단계명을 제시하고 있는데, 이는 반복된 실험 결과의 일반화를 통한 결론 도출과 실험을 통한 가설 검증의 과정에 대한 혼동을 유발할 수 있다.

<중학교 1학년 과학 교과서에서 실험 탐구 과정 단계명 안내의 예>

- 문제 인식, 가설 설정, 탐구 설계, 탐구 수행, 결론 도출(가설 검증), 발표하기
- 문제 인식, 가설 설정, 탐구 설계, 탐구 수행, 자료 해석, 결론 도출, 탐구 결과 보고
- 문제 인식, 가설 설정, 탐구 설계 및 수행, 자료 해석, 결론 도출, 일반화

과학 탐구 과정으로 가설-연역적 탐구 방법의 절차를 안내하지 않은 1종(11.1%; G)의 교과서는 주제 선정 및 모듈 구성, 탐구 계획 세우기, 탐구 수행 및 중간 점검, 자료 정리 및 결론 내기, 탐구 결과 보고서 작성, 보고서 발표의 순서로 이루어진다고 설명하고 있다.

2종(22.2%; C, G)의 교과서가 가설을 세우고 관찰, 조사, 실험 등을 통해 가설을 검증한다고 설명하고 있는데, 이는 가설-연역적 탐구 방법을 관찰, 조사와 같은 다른 탐구 방법과 뒤섞인 과정으로 안내한 것이라 할 수 있다. 이러한 안내는 관찰, 조사와 같은 탐구 방법이 가설 설정을 필요로 한다고 생각하게 하거나, 가설-연역적 탐구 방법에 관찰, 조사의 탐구 방법이 포함된다고 생각하게 할 수 있다.

<중학교 1학년 과학 교과서에서 여러 과학 탐구 방법이 뒤섞인 예>

- 일반적인 탐구의 방법은 자연 현상에서 발견한 문제를 해결하기 위해 가설을 세우고 관찰, 조사, 실험 등의 체계적인 검증을 통해 결론을 내는 것이다.
- 가설 확인을 위해 탐구, 실험, 관찰, 조사 등을 통해 자료를 수집한다. 문제를 해결하고 결과를 발표한다.

생명과학 I 교과서의 경우 모든 생명과학 I 교과서(100%)가 탐구 문제 인식과 가설 설정을 과학 탐구 과정의 한 단계로 제시하고 있으며, 실험 탐구 과정의 각 단계에 대하여 설명하고 있다. 2종(40%; K, N)의 교과서는 문제 인식 단계를 의문 생성이나 의문 제시 단계라고 지칭하고 있다.

<생명과학 I 교과서에서 실험 탐구 과정 단계명 안내의 예>

- 문제 인식, 가설 설정, 탐구 설계, 탐구 수행, 자료 해석, 결론 도출, 일반화
- 관찰, 의문 제시, 가설 설정, 가설 검증, 일반화
- 관찰 및 문제 인식, 가설 설정, 탐구 설계 및 수행, 결과 정리 및 자료 해석, 결론 도출
- 관찰, 문제 인식, 가설 설정, 탐구 설계, 탐구 수행, 결과 분석, 결론 도출, 일반화
- 관찰, 의문 생성, 가설 설정, 실험 설계 및 수행, 자료 분석 및 해석, 결론 도출, 일반화

생명과학 I 교과서는 중학교 1학년 과학 교과서와 다르게 과학 탐구 과정에 대하여 정의 형태의 설명은 하지 않고 있다. K 교과서는 자연에 대한 의문에 답하기 위해 논리적이며 체계화된 탐구 과정을 따른다고 설명하고 있으며, L과 M 교과서는 과학 탐구 과정을 통해 관찰하거나 측

정한 자료를 논리적으로 추리하여 결론을 이끌어 냄으로써 새로운 과학 지식을 얻게 되거나 과학 지식을 축적한다고 설명하고 있다.

이러한 과학 지식 축적 과정에 대한 설명은 구성주의적 관점까지는 포괄하지 못하는 표현이라고 할 수 있는데, 구성주의에 따르면 과학 지식은 논리적 추리나 절대적 증거에 따른 것이 아니라 사회적 과정을 통해 구성되는 것이기 때문이다.

3종(60%; J, L, N)의 교과서는 과학 탐구 과정에 귀납적 탐구 방법과 가설-연역적 탐구 방법의 과정이 있다고 설명하고 있으며, J 교과서의 경우 두 가지 탐구 방법 외에도 다른 탐구 방법을 간단하게 언급하고 있다.

나머지 2종(40%; K, M)의 교과서는 탐구 과정을 구분하지 않고 가설-연역적 탐구 방법을 기본 과정으로 설명하고 있다. M 교과서의 경우 가설-연역적 탐구 방법의 단계만을 자세히 안내하였지만 모든 탐구가 가설-연역적 탐구 방법과 같은 과정을 거치는 것은 아니라는 설명과 함께 그 예로 세포설과 DNA 구조 모형을 제시하였다.

#### <생명과학 I 교과서에서 과학 탐구 과정 설명의 예>

- 과학적 탐구에는 과학적 진리를 추구하기 위해 관찰은 물론 경험, 추리, 직관, 연구 등의 방법이 사용된다.
- 자연에 관한 의문에 답하기 위해 논리적이고 체계화된 관찰, 의문 제시, 가설 설정, 가설 검증, 일반화라고 하는 다섯 단계의 탐구 과정을 따른다.
- 탐구 과정을 통해 관찰하거나 측정된 자료를 논리적으로 추리하여 결론을 이끌어 냄으로써 새로운 과학 지식을 얻게 된다.
- 때로는 신중한 관찰과 자료 분석을 통해 여러 가지 사실을 종합하여 과학 지식을 축적하기도 한다. 세포설을 2세기에 걸쳐 과학자들이 ~ 관찰하면서 완성되었다. 또 왓슨과 크릭은 이전에 많은 과학자들이 직접 실

힘하여 얻은 자료를 바탕으로 직관력과 독창적인 생각을 발휘하여 DNA 구조 모형을 직접 만들어 DNA가 2중 나선 구조라는 것을 밝혀냈다. 이처럼 생명 과학에서 탐구는 어떤 정형화되어 있는 과정이나 틀에 따라서 이루어지는 것이 아니라 다양한 형태로 나타날 수 있다.

## 2. 탐구 문제 인식 안내

2009 개정 교육과정에 따른 중학교 1학년 과학 교과서와 고등학교 생명과학 I 교과서에서 안내되고 있는 탐구 문제 인식 설명 내용에 대한 분석 결과는 <표Ⅳ-1>과 같다.

<표Ⅳ-1> 탐구 문제 인식 안내

준거	교과서	
	중학교 과학1	고등학교 생명과학 I
1. 안내되지 않음	A, D, E, I	
2. 안내됨		
2-1. 호기심이나 의문을 그대로 진술	B, C, F, G, H	J, K, L, M, N
2-2. 호기심이나 의문을 일반화하여 진술		
2-3. 탐구 방법을 포함하는 과학적인 탐구 문제로 진술		

중학교 1학년 과학 교과서의 경우 5종(55.6%)의 교과서가 탐구 문제 인식에 대하여 언급하고 있으며 이들 모두 호기심이나 의문을 바로 탐구 문제화하였다.

4종(44.4%; B, C, F, H)의 교과서만이 탐구 문제 인식을 과학 탐구 과정을 구성하는 하나의 단계로 안내하고 있으며 나머지 G 교과서는 과학 탐구 과정을 설명할 때 탐구 문제 인식 단계를 분리하여 언급하지 않고



발견한 문제를 해결하기 위해 가설을 세운다는 설명으로 시작하였다.

생명과학 I 교과서의 경우 5종의 모든 교과서(100%)가 탐구 문제 인식을 과학 탐구 과정을 구성하는 하나의 단계로 안내하고 다루고 있으나 이들 모두(100%) 단순한 호기심이나 의문을 바로 탐구 문제화하여 그대로 진술하는 것에 그치고 있다.

모든 교과서는 ‘문제를 발견한다.’, ‘의문을 생성하거나 제기한다.’는 표현을 사용하여 설명하였으며, 이 중 ‘문제를 발견한다.’는 표현은 구성주의적 관점에 맞지 않는다고 할 수 있다. 구성주의적 관점에서 문제는 학습자가 자신과의 관련성을 찾고 이를 해결할 필요성을 인식하여야 의미가 있으며, 학습자의 지적 자원으로 설명되기 때문에 ‘문제를 발견한다.’는 표현보다는 새로운 정보에 직면하여 ‘문제를 인식한다.’는 표현이 적절하다.

#### <탐구 문제 인식 안내의 예>

- 자연에서 일어나는 현상들을 관찰하여 궁금한 점을 찾고, 탐구 주제를 정한다.
- 사건과 문제에 호기심을 갖는다.
- 자연을 관찰하고 의문을 갖는다.
- 자연 현상을 사실대로 면밀히 관찰하여 문제점을 발견하는 단계이다. 이 단계에서 중요한 것은 주의 깊은 관찰과 강한 호기심이다.
- 자연 현상의 관찰을 통한 발견은 종종 새로운 의문을 제기한다.
- 자연 현상이나 사물의 관찰 과정에서 의문을 제기한다.
- 생명 현상을 자세히 관찰하여 귀납적 지식을 발견하는 데서 그치지 않고, 의문을 생성하는 것이 새로운 지식을 만드는 시작점이 된다. 이러한 의문 생성 과정에는 끈기와 호기심이 필요하다. “왜 그럴까?”라는 인과적 의문에 대한 해답은 관찰만으로는 쉽게 얻을 수 없는 경우가 많다.

중학교 1학년 과학 교과서와 생명과학 I 교과서 모두 단순한 호기심이나 의문을 그대로 탐구 문제로 진술하였기 때문에 진술된 탐구 문제는 일반화되어 있지 않았다. 따라서 과학 탐구 과정의 다음 단계인 가설 설정 단계에서 가설은 특수한 의문에 대한 답으로 설정되며 일반화되어 있지 않은 구체적 현상에 대한 진술로 이루어질 수밖에 없다. 이러한 가설은 실험 설계를 위한 예측과 같은 의미로 혼동할 수 있으며 반복되지 않은 한 번의 실험으로 가설을 검증하게 되는 오류를 범하게 되는 원인이 된다. 과학의 본성 측면에서 하나의 가설은 여러 예측 사항에 대하여 반복적으로 검증되어야 한다.

### 3. 가설 설정 안내

2009 개정 교육과정에 따른 중학교 1학년 과학 교과서와 고등학교 생명과학 I 교과서에서 안내되고 있는 가설 설정 내용에 대한 분석 결과는 <표Ⅳ-2>와 같다.

<표Ⅳ-2> 가설 설정 안내

준거	교과서	
	중학교 과학1	고등학교 생명과학 I
1. 안내되지 않음	D, E, I	
2. 안내됨		
2-1. 탐구 문제에 대한 답	B, C, G, H	J, K, L, M, N
2-2. 타당한 근거에 기초	C, H	J, N
2-3. 독립변인과 종속변인의 인과관계		
2-4. 과학적 검증 가능성		K
2-5. 일반화된 진술		

중학교 1학년 과학 교과서의 경우 6종(66.7%)의 교과서가 가설 설정을 다루고 있다. 그러나 가설 설정을 다루고 있는 6종의 교과서 모두가 가설의 특징인 독립변인과 종속변인의 인과관계, 과학적 검증 가능성, 일반화된 진술에 대하여 설명하지 않고 있었다. 4종(44.4%; B, C, G, H)의 교과서가 가설은 탐구 문제에 대한 답이라고 안내하고 있으며 2종(22.2%; C, H)의 교과서만이 경험이나 지식, 수집한 자료를 바탕으로 가설을 설정한다고 설명하면서 타당한 근거에 기초한 가설 설정을 안내하고 있었다.

<중학교 1학년 과학 교과서에서 타당한 근거에 기초한 가설 설정 안내의 예>

- 탐구 문제에 대해 자신이 알고 있는 지식과 수집한 자료를 종합하여 가설을 설정한다.
- 관찰 결과나 경험을 바탕으로 그 문제에 대한 잠정적인 답을 제시한다.

한편, H 교과서는 가설을 가정과 같은 것으로 설명하고 있다. 그리고 가설 설정은 결론을 미리 예상해보는 단계라고 안내하고 있는데 이러한 설명은 가설과 결론의 정의에 혼동을 유발할 수 있다. 그리고 A 교과서는 탐구 문제 인식 단계 없이 가설의 설정의 예를 설명하면서 가설이라는 용어를 쓰지 않고 가정이라는 용어를 잘못하여 사용하고 있다.

<중학교 1학년 과학 교과서에서 가설과 가정을 혼동한 예>

- 가설은 어떤 사실을 설명하거나 어떤 이론 체계를 이끌어 내기 위해 미리 설정한 가정이다.
- 초파리는 과일 껍질에서 저절로 생겼을 것이라고 가정하고, 이 가정이 맞는지 알아보기 위해 실험을 하였다.

<중학교 1학년 과학 교과서에서 가설과 결론의 혼동 유발 표현의 예>

- 가설 설정은 의문을 가진 문제의 결론을 미리 예상해보는 단계이다.

이러한 잘못된 안내의 결과, 염혜민(2012)의 중학생의 가설에 대한 인식과 가설 설정 능력 연구에서 45.4%의 학생들은 가설과 가정의 정의를 정확하게 구별하지 못하며, 51.8%의 학생들이 가설과 결론의 정의를 제대로 구별하지 못하였다. 또한 가설을 결론이라고 하거나(5.4%) 결론을 가설이라고 답하였으며(7.1%), 가정을 가설이라고 하거나(12.7%), 가설을 가정이라고 답하기도 하였다(18.0%).

특히 가설과 예측의 정의를 제대로 구별하지 못하는 학생은 81.3%와 72.2%로, 33.8%의 학생들이 가설을 예측이라고 답하였으며, 24.3%의 학생들은 예측을 가설이라고 답하였다.

생명과학 I 교과서의 경우 모든 교과서(100%)가 가설 설정을 다루고 있으며 이들 모두 가설은 탐구 문제에 대한 답이라고 안내하고 있다. 그러나 이들 모두가 가설의 특징인 독립변인과 종속변인의 인과관계, 일반화된 진술에 대하여 설명하지는 않고 있다.

2종(40%; J, N)의 교과서가 가설 설정 시 타당한 근거가 제시되어야 함을 안내하고 있다.

<생명과학 I 교과서에서 타당한 근거에 기초한 가설 설정 안내의 예>

- 가설을 세울 경우에는 이미 알고 있는 과학적 지식 및 과거의 경험을 통해 가장 근접한 답을 찾는 것이 중요하므로, 자료를 충분히 수집한 후에 이루어져야 한다.
- 가설을 설정할 시에는 관련 지식이 필요하다.

다른 1종(20%; K)의 교과서만이 가설은 과학적으로 검증 가능해야 함을 안내하고 있다.

<생명과학 I 교과서에서 가설의 과학적 검증 가능성 안내의 예>

- 가설은 예측 가능해야 하고 입증 가능해야 한다. 또한, 그것이 맞는지 틀리는지 실험이나 관측을 통해 확인할 수 있어야 한다.

가설 설정의 특성으로 과학적 검증 가능성과 타당한 근거 제시 모두를 안내한 교과서는 없었다.

한편, L 교과서는 가설을 설정하는 예시를 제시하면서 가정을 한다는 표현을 잘못하여 사용하고 있다. 그리고 M 교과서는 가설을 잠정적인 결론이라고 안내하고 있다. 이러한 설명 역시 가설과 결론의 정의에 혼동을 유발할 수 있다. 가설은 과학자가 연구 문제에 대해 임시로 붙인 해답인 반면, 결론은 과학자가 연구 문제에 대해 많은 반복 실험을 거쳐 얻어낸 최종적인 해답이다.

<생명과학 I 교과서에서 가설과 가정을 혼동한 예>

- ‘고기 조각에 생긴 구더기는 파리로부터 생긴다.’라고 가정하였다.

<생명과학 I 교과서에서 가설과 결론의 혼동 유발 표현의 예>

- 가설 설정은 제기된 문제에 대해 잠정적인 결론을 내리는 단계이다.

이러한 잘못된 안내의 결과, 엄경화와 김영수(2012)의 고등학생의 가설에 대한 인식과 가설 설정 능력 연구에서 44.9%의 학생들은 가설과 가정의 정의를 정확하게 구별하지 못하며, 51.8%의 학생들이 가설과 결론의 정의를 제대로 구별하지 못하였다. 또한 가설을 결론이라고 하거나(4.8%) 결론을 가설이라고 답하였으며(4.8%), 가정을 가설이라고 하거나(9.5%), 가설을 가정이라고 답하기도 하였다(12.9%).

특히 가설과 예측의 정의를 제대로 구별하지 못하는 학생은 86.4%와

78.2%로, 44.9%의 학생들이 가설을 예측이라고 답하였으며, 31.3%의 학생들은 예측을 가설이라고 답하였다.

이러한 결과를 종합하면 염혜민(2012) 그리고 엄경화와 김영수(2012)의 연구에서 많은 학생들이 특히 가설과 예측을 구별하지 못한 원인은 단순한 호기심이나 의문을 그대로 탐구 문제로 진술하였기 때문이라고 할 수 있다. 단순한 호기심이나 의문과 같은 특수한 의문은 일반화하는 과정과 탐구 방법을 포함하는 과학적인 탐구 문제로 진술하는 과정을 거쳐야 하는데 이러한 과정이 없이 특수한 의문을 탐구 문제로 그대로 진술할 경우 앞서 논의하였듯이, 일반화되지 못한 가설이 설정되어 실험 설계를 위한 예측과 혼동하게 된다.

## V. 결론 및 제언

교사나 학생들이 가설을 가정, 예측, 결론과 같은 과학적 용어들과 구별하지 못하고 특히 가설과 예측을 구분하지 못하는 현상의 원인을 찾고자 2009 개정 과학과 교육과정 상 과학 탐구 과정을 안내하고 있는 중학교 1학년 과학 교과서와 생명과학 I 교과서를 분석하였다. 중학교 1학년 과학 교과서는 전체 9종 중 6종(66.7%)만이 과학 탐구 과정을 다루고 있었으며, 이러한 6종의 교과서 모두와 모든 생명과학 I 교과서가 과학 탐구 과정과 탐구 문제, 가설 설정에 대하여 명확하게 안내하지 않고 있음을 알 수 있었다. 분석 결과 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 과학 탐구 과정 안내와 관련하여 모든 중학교 1학년 과학 교과서와 대부분의 생명과학 I 교과서(3종)들은 과학 탐구 방법으로 가설-연역적 탐구 방법뿐 아니라 여러 가지 다양한 탐구 방법을 안내하지 않았으며 이러한 탐구 방법들을 구분하여 설명하지 않았다. 그 결과 일부 중학교 1학년 과학 교과서(2종)에서는 가설-연역적 탐구 과정을 관찰, 조사와 같은 다른 탐구 과정과 뒤섞인 과정으로 설명하였다.

둘째, 탐구 문제 인식과 관련하여 모든 교과서가 탐구 문제 인식 단계를 하나의 독립된 단계로서 비중 있게 다루지 않았다. 탐구 문제가 갖추어야 할 조건에 대한 안내가 부족하고 단순한 호기심이나 의문을 그대로 진술하는 과정으로 설명하고 있다. 일부 중학교 1학년 과학 교과서(1종)는 탐구 문제 인식 단계 없이 가설 설정 단계를 안내하기도 했다.

셋째, 가설 설정과 관련하여 모든 교과서가 가설의 특징을 충분하게 설명하지 않았으며 이들 모두는 특히 가설은 일반화된 형태로 진술되어야 함을 설명하지 않았다. 그리고 일부 중학교 1학년 과학 교과서(3종)와 고등학교 생명과학 I 교과서(2종)가 가설을 가정 및 결론과 혼동하게 하는 표현을 사용하였다.

교과서들의 탐구 문제에 대한 안내는 탐구 문제를 일반화하지 않고 단



순한 호기심이나 의문을 그대로 진술하게 한다. 이에 대한 가설은 일반화되지 않은 구체적인 형태로 진술되며, 이는 가설을 예측과 같은 것으로 생각하게 하여 단 한 번의 실험으로 가설을 검증하여 결론을 도출한다는 오개념을 형성할 수 있다.

이러한 교과서를 가지고 교사도 그대로 학생들에게 제시하여 수업하기 때문에 교사와 학생 모두 과학 탐구 과정에 대하여 제대로 이해하지 못하는 결과를 초래하게 된 것으로 보인다. 앞으로 순차적으로 적용될 2015 개정 과학과 교육과정에서는 과학과 핵심역량으로 과학적 탐구 능력과 문제 해결력 함양을 강조하고, 내용 체계에서 문제 인식과 탐구 설계 및 수행 기능을 명시하였으며, 특히 생명과학 I의 성취기준으로는 다양한 과학 탐구 방법에 대한 비교를 강조하고 있는 만큼 과학 탐구 과정에 대한 올바르게 정확한 제시는 매우 중요하다고 할 수 있다. 과학 교육의 주요 목표인 과학 탐구 과정의 올바른 이해를 위하여 무엇보다 탐구 문제 인식과 가설 설정에 대한 정확한 안내가 필요하다.

이를 위하여 교과서 편찬이나 교수·학습 자료 제작에 다음과 같은 안내 내용을 반영하여야 한다.

첫째, 과학 탐구 과정상의 핵심적인 요소인 가설 설정이 올바르게 이루어지기 위해서는 가설-연역적 탐구 방법의 시작인 탐구 문제 인식 단계를 소홀하게 다루지 않도록 하여야 한다. 탐구 문제 인식 단계는 다음 과학 탐구 과정 단계를 진행할 수 있도록 단순한 호기심이나 의문을 탐구 문제화하는 과정이 포함되어야 하는 단계로 설명하여야 한다. 단순한 호기심이나 의문을 탐구 방법을 포함하는 과학적인 탐구 문제로 진술하도록 하고 무엇보다도 일반화된 가설 설정을 위하여 탐구 문제는 일반화되어야 함을 안내하여야 한다.

둘째, 가설을 구체적 실험 설계를 위한 예측과 동일한 것으로 혼동하게 하지 않도록 이 둘을 분명하게 구별하여 설명하여야 한다. 이를 위해 무엇보다 가설은 일반화된 형태로 설정되어야 함을 강조하여 설명하여야 할 것이다.

## VI. 후속 연구 과제

본 연구에서는 과학 탐구 과정을 안내하는 단원이 포함된 교과서인 교육과학기술부 고시 제 2011-361호의 2009 개정 과학과 교육과정에 의한 중학교 1학년 과학 인정 교과서 9종과 고등학교 생명과학 I 인정 교과서 전체 5종에서 제시하고 있는 탐구 문제 인식과 가설 설정에 대한 내용이 과학의 본성 측면에 부합되어 서술되어 있는지 분석하였다. 이와 관련하여 다음과 같은 후속 연구가 필요하다.

- 1) 학교 급에 따라 효과적인 과학 탐구 과정의 절차, 탐구 문제 인식과 가설 설정의 안내에 대한 연구와 관련 교수·학습 자료의 개발이 필요하다.
- 2) 중·고등학생들의 과학적 탐구 문제 설정에 대한 이해 및 능력 조사를 통해 올바른 탐구 문제 인식을 위한 정확하고 체계적인 교수·학습 자료 개발의 기초 자료를 제공할 필요가 있다.
- 3) 교사들의 탐구 문제 인식과 가설 설정에 대한 이해 및 능력 조사와 올바른 과학 탐구 교육을 위한 교사 연수 자료 개발이 필요하다.

## 참 고 문 헌

- 강순희 (2008). 가설 제안 활동을 통한 창의적 사고력과 비판적 사고력 신장에 기여하는 모델개발 및 과학 교수에서 그 활용. **한국과학교육학회지**, 28(5), 482-494.
- 교육과학기술부 (2011). 2009 개정 교육과정, 과학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호[별책9].
- 교육과학기술부 (2015). 2015 개정 교육과정, 과학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제 2015-74호[별책9].
- 권용주, 정진수, 강민정, 김영신 (2003a). 과학적 가설 지식의 생성 과정에 대한 바탕 이론. **한국과학교육학회지**, 23(5), 458-469.
- 권용주, 정진수, 박윤복, 강민정 (2003b). 선언적 과학 지식의 생성 과정에 대한 과학철학적 연구 : 귀납적, 귀추적, 연역적 과정을 중심으로. **한국과학교육학회지**, 23(3), 215-228.
- 김영수, 이화국, 박승재 (1989). **과학학습 평가**. 서울: 문교부.
- 김영수, 김창식, 이화국, 권재술, 김찬종 (1991). **과학학습 평가**. 서울: 교육과학사.
- 김영수 (2010a). **생물교육론**. 서울대학교 사범대학 생물교육과 생물교육연구실.
- 김영수 (2015). **생물교육론**. 서울대학교 사범대학 생물교육과 생물교육연구실.

- 김영수 (2010b). 생물교수법. 서울대학교 사범대학 생물교육과 생물교육 연구실.
- 김유향, 김영수 (2015). 중학생의 과학 탐구 사고력 증진을 위한 가설 검증형 실험 전 토의 활동 자료의 개발. 한국생물교육학회지, 43(3), 205-217.
- 박종원 (2000). 학생의 과학적 설명 가설의 생성과정 분석 -과학적 가설의 정의와 특성을 중심으로. 한국과학교육학회지, 20(4), 667-679.
- 박종원 (2004). 과학적 창의성 모델의 제안 : 인지적 측면을 중심으로. 한국과학교육학회지, 24(2), 375-386.
- 박종원(2005). 학생의 과학적 탐구문제의 제안과정과 특성 분석. 새물리. 50(4), 203-211.
- 엄경화, 김영수 (2012). 고등학생의 과학적 가설에 대한 인식과 가설 설정 능력 조사. 한국생물교육학회지, 40(3), 357-366.
- 엄혜민 (2012). 중학생의 과학적 가설에 대한 인식과 가설 설정 능력 조사. 서울대학교 석사학위논문.
- 이지영 (2011). 중학생의 프로젝트 기반 소집단 과학 탐구에서 나타난 탐구 문제 구성 과정. 서울대학교 박사학위논문.
- 정용재, 송진웅 (2006). Peirce의 귀추법에 관한 이론적 고찰을 통한 과학 교육적 함의 탐색. 한국과학교육학회지, 26(6), 703-722.

- 정진수, 원희정, 권용주 (2005). 과학적 가설의 생성력 향상을 위한 삼원 귀추모형의 적용. *한국과학교육학회지*, 25(5), 595-602.
- 조희형, 최경희(2002). 구성주의와 과학교육. *한국과학교육학회지*, 22(4), 820-836.
- 조희형, 최경희(2007). *과학교육의 이론과 실제*. 제2판. 서울: 교육과학사.
- American Association for the Advancement of Science[AAAS] (1990). *Science for All Americans*. New York: Oxford University Press.
- Barrow, L. B. (2010). Encouraging creativity with scientific inquiry. *Creative Education*, 1(1), 1-6.
- Biological Science Curriculum Study[BSCS] (2016). *Biology: A Human Approach*, Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing. 817p.
- Brooks, J. G., & Brooks, M. G., (1999). *In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms*. Alexandria, Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development. pp. 33-98.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices*. Portsmouth, NH: Heinemann. 265p.
- Chiappetta, E. L., & Koballa, T. R. (2010). *Science Instruction in the*

*Middle and Secondary Schools: Developing Fundamental Knowledge and Skills. 7th ed.* Pearson Education, Inc, pp. 120-143.

Cuccio-Schirripa, S., & Steiner, H. E. (2000). Enhancement and Analysis of Science Question Level for Middle School Students. *Journal of Research in Science Teaching*. 37(2), 210-224.

Costa, J., Calderia, H., Gallastegui, J. R., & Otero, J. (2000). An analysis of question asking on scientific texts explaining natural phenomena. *Journal of Research of Science Teaching*, 37(6), 602-614.

Fensham, P. J., Gunstone, R. F., & White, R. T. (1994). *The Content of Science: A Constructivist Approach to its Teaching and Learning*. London • Washington, D.C.: The Falmer Press, Preface, pp. 1-13.

Fisher, H. R. (2001). Abductive reasoning as a way of worldmaking. *Foundations of Science*, 6, 361-383.

Fosnot, C. T. (2005). *Constructivism : Theory, Perspectives, and Practice*. New York and London : Teachers College Press, pp. 8-38.

Gale, J. (1995). Preface. In L. P. Steffe & J. Gale (eds.). *Constructivism in Education*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. pp. 11-17.

- Germann, P. J., Odom, A. L., Aram, R., & Burke, G. (1996). Student performance on asking questions, identifying variables, and formulating hypothesis. *School Science and Mathematics*, 96(4), 192-201.
- Greenberg, J. (1990). *Problem Solving Situations*, (Vol. 1), Grapevine Publications, Inc.
- Griffiths, A. K., & Thompson, J. (1993). Secondary school students' understandings of scientific processes: An interview study. *Research in Science and Technology Education*, 11(1), 15-26.
- Hanson, N. R. (1961). *Patterns of Discovery: An Inquiry Into the Conceptual Foundations of Science*. Cambridge at the university press, pp. 4-158.
- Jurs, S. G., & Wiersma. W. (2009), *Research Methods in Education: An Introduction*. United States of America: Pearson, pp. 28-32.
- Kay, S. (1994). From theory to practice: Promoting problem finding behavior in children. *Roeper Review*. 16(3). 195-197.
- Kerr, N. L. (1998). HARKing: Hypothesizing after the results are known. *Personality and Social Psychology Review*, 2(3), 196-217.
- Krajcik, K., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredrick, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in projectbased science classrooms: Initial Attempts by middle students. *The Journal of*

*the Learning Science*, 73-4), 313-350

Lawson, A. E., Abraham, M. R., & Renner, J. W. (1989). A theory of instruction: Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills. *Monographs of the National Association for Research in Science Teaching*, 1, 1-57.

Lawson, A. E. (2002). *Science Teaching and the Development of Thinking*. Belmont, CA; Wadsworth Publishing Company. pp. 1-41, 132-176

McPherson, G. R. (2001). Teaching and Learning the Scientific Method. *American Biology Teacher*, 63(4), 242-245

National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D. C.: National Academy Press.

Peter, S. (1992). Children's language and assessing their skill in formulating testable hypotheses. *British Educational Research Journal*, 18(1), 73-85.

Popper, K. (2002). *The Logic of Scientific Discovery*. Routledge Classics. pp. 3-73.

Quinn, M. E., & George, K. D. (1975). Teaching hypotheses formulation. *Science Education*, 59(3), 289-296.

Runco, M. A., & Nemiro, J. (1994). Problem finding, creativity, and giftedness. *Roeper Review*, 16, 235-241.



Schick, T., & Vaughn, L. (2002). *How to Think About Weird Things: critical thinking for a new age*. Boston: McGraw Hill, pp. 250-297.

Schwab, J. J., & Brandwein, P. F. (1962). *The Teaching of Science: The Teaching of Science as Enquiry*, (Vol. 253), Harvard University Press.

Susan, B. S. (1980). The hypothesis: An educated guess. *AORN Journal*, 32(5), 860-864.

Thagard, P. (1996). *Mind - Introduction to Cognitive Science*. A Bradford Book The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England. pp. 77-93.

Wenham, M. (1993). The nature and role of hypotheses in school investigations. *International Journal of Science Education*, 15(3), 231-240.

White, B. (2004). Reasoning maps: A generally applicable method for characterizing hypothesis-testing behaviour. *Science Education*, 26(14), 1715-1731.

## ABSTRACT

# Content Analysis of Scientific Inquiry Process in Textbooks of Middle School Science 1 and High School Life Science I : focused on Inquiry Question and Hypothesis

Jisun Woo  
Biology Education Major  
Department of Science Education  
The Graduate School  
Seoul National University

This study analyzed the how the textbooks of Middle School Science1 and High School Life Science I explain the contents of scientific inquiry question and hypothesis. It was to find the reasons why teachers and students can't understand scientific inquiry process rightly and they often confuse hypothesis with assumption, prediction and conclusion.

To accomplish this purpose we have developed a check list and investigated frequency and ratio of the textbooks which

accord with the check list. In addition, we have analyzed qualitatively the contents of scientific inquiry process, scientific inquiry question and hypothesis.

Nine 2009 revised Middle School Science1 textbooks and five 2009 revised Life Science I textbooks were analyzed in this study. These textbooks contain a unit that guides the scientific inquiry process and we have analyzed these units. The inquiry question in this study set bounds to hypothetical–deductive inquiry question.

The results showed that all of textbooks explain setting inquiry question as describing simple curiosity intactly. Thus, the statement form of inquiry question is not generalized. As a result, in the next formulating hypothesis stage, all textbooks formulate a ungeneralized hypothesis as the answers to specific questions. and this kind of a hypothesis make students think hypothesis is same as prediction for designing an experiment. Testing hypothesis should be repeated for various predictions. However, the ungeneralized hypothesis is tested by only one experiment. Consequently, ungeneralized inquiry question and hypothesis can make a misconception that hypothesis testing is done by only one experiment.

**Key words :** Scientific Inquiry Process, Hypothetical–Deductive Inquiry, Experiment Inquiry Question, Hypothesis, Prediction, Generalization

***Student Number : 2016–21595***